doi:10.13866/j.azr.2019.06.24

棉蚜生活史类型及其越冬寄主研究进展①

晁文娣[1,2]， 吕昭智[1,2]， 赵 莉[1]， 张 鑫[2]， 高桂珍[3]， 王佩玲[4]

（1. 新疆农业大学农学院，新疆 乌鲁木齐 830052；
2. 中国科学院新疆生态与地理研究所干旱区生物地理与生物资源重点实验室，新疆 乌鲁木齐 830011；
3. 新疆农业大学林学与园艺学院，新疆 乌鲁木齐 830052；4. 石河子大学农学院，新疆 石河子 832003）

摘 要：棉蚜（*Aphis gossypii*）是一种生活史较复杂的杂食性农业害虫，由于以不同地域气象因素和植被的差异，限制了其生活史类型和越冬寄主种类。分析全球研究棉蚜生活史策略文献，以棉蚜能否以卵越冬为主线，分析世界不同区域棉蚜的 2 种生活史类型，对棉蚜异寄主全周期型这一生活史策略的原生寄主进行梳理。通过分析棉蚜在不同区域的生活史策略及其越冬寄主，有助于深入研究农作物保护策略，为棉蚜的系统化防治奠定理论基础。

关键词：棉蚜；生活史；越冬寄主；原生寄主；次生寄主；研究进展

棉蚜（*Aphis gossypii*）属半翅目（Hemiptera）蚜科（Aphididae），是一种世界性的棉花害虫，由于其能够适应多种多样的环境条件，因而该物种生态幅度很广（分布于 60°N 与 40°S 之间），在全世界棉区均有分布[1-2]，特别是在西北半干旱区新疆，近 20 a 来棉蚜危害较严重，已从棉田的次要害虫上升为主要害虫[3]。棉蚜主要危害锦葵科（Malvaceae）、葫芦科（Cucurbitaceae）、茄科（Solanaceae）、芸香科（Rutaceae）和菊科（Compositae）的一些农林作物以及观赏花卉等[4-10]，分布在古北、东洋、澳洲、非洲、新北、新热带 6 大区系，因不同的地理环境而分化出不同的地理亚种[11]。棉蚜的大发生与上一年的越冬基数、气象因子和滥用农药等因素密切相关，其越冬基数为棉蚜大发生提供了虫源基础，是棉蚜大发生的基础和条件之一[12-14]。棉蚜越冬生态学研究是研究棉蚜综合防治的基础，对农业管理、害虫防治有重要的指导意义。在此之前虽有学者研究这一问题，但不够系统，并未对世界范围内的棉蚜生活史类型及其原生寄主进行综合分析，其分析结果存在区域的局限性，并且由于作物结构改变和气候变化，棉蚜生活史策略在不同区域存在新的变化[15]。本研究从棉蚜越冬生态学角度出发，结合国内外文献，明确目前棉蚜在全球不同地域的生活史类型和主要的越冬寄主植物，为棉蚜的预测预报和综合防治工作提供科学依据。

1 棉蚜的生活史

昆虫的年生活史是指昆虫在一年内的发育史，了解棉蚜的年生活史，对研究棉蚜的发生发展十分重要[16]。棉蚜在我国一年发生 20～30 代，在很多地区棉蚜都具有生活史的多样性，根据不同的繁殖方式将生活史分为夏季以孤雌蚜繁殖、秋季产生性蚜产卵越冬的全周期型和以孤雌胎生蚜越冬的不全周期型、产雄性蚜的不全周期型以及会产生有性世代但仍进行孤雌生殖的中间型[17-18]。另外，又根据是否存在寄主转换将全周期生活史分为异寄主全周期型和同寄主全周期型[19]。本文主要论述棉蚜主要的 2 种生活史：不全周期型和全周期型。

1.1 不全周期型生活史

不全周期型棉蚜终年营孤雌生殖，无有性世代。2 亿年前，这种繁殖方式在二叠纪由蚜虫祖先进化而来[20-22]。孤雌蚜多发生在夏寄主上，一年发生多代，由于繁殖能力极强，往往造成短期内种群数量的急剧增加及世代重叠[19]。入秋后温度变低，一部分有翅胎生孤雌蚜便迁移到温室、室内花卉和大棚蔬菜上，以孤雌胎生的方式越冬，从而顺利度过寒冷的

---

① **收稿日期：**2019-03-08； **修订日期：**2019-06-20
基金项目：塔吉克斯坦重要农林入侵物种系统调查及控制技术研究（2017E01019）；乌兹别克斯坦小麦产区几种外来物种对我国入侵风险及其生态防控（2016YFE0120500）资助
作者简介：晁文娣（1993-），女，在读硕士生，主要从事农业昆虫与害虫防治研究. E-mail：1959094458@qq.com
通讯作者：吕昭智. E-mail：zhaozhi@ms.xjb.ac.cn；赵莉. E-mail：782122497@qq.com

冬天[23]。这种生活史类型在全球分布范围较广泛，主要分布在热带和亚热带等较低纬度地区，欧洲、非洲、大洋洲、南美洲以及亚洲的南亚、东南亚、西亚、北美洲南部等世界大部分地区棉蚜均存在不全周期型[24]，具体内容见表1。

表1 不全周期型生活史的棉蚜在世界的分布区域

Tab. 1 Distribution areas of anholocyclic life cycle of *Aphis gossypii* in the world

地区	生活史类型	参考文献
中国(海南)	不全周期型	[25-26]
中国(台湾)	不全周期型	[27]
中国(山东:惠民,济南)	不全周期型	[28]
日本(关东以南)	存在不全周期型	[29]
越南(胡志明市)	不全周期型	[30]
老挝(万象)	不全周期型	[31-32]
印度	不全周期型	[33-34]
中东地区(以色列,埃及)	不全周期型	[35]
土耳其(地中海东部)	不全周期型	[9,36]
希腊	不全周期型为主	[6]
法国	不全周期型为主	[31-32,37]
法国(留尼汪岛)	不全周期型	[31-32]
葡萄牙	不全周期型	[31]
西班牙(米哈斯)	不全周期型	[32]
荷兰	不全周期型	[38-39]
罗马尼亚(欧洲东北部)	不全周期型	[40]
保加利亚(欧洲东南部)	不全周期型	[41]
非洲	不全周期型	[32,42-43]
南美洲(巴西)	不全周期型	[43]
美国南部地区	不全周期型	[44-47]
澳大利亚	不全周期型	[24,48-49]

1.2 全周期型生活史

全周期型生活史又称为周期性孤雌生殖，棉蚜需要经过1个有性世代和多个无性世代才能完成整个生活周期，一般包括5～6种蚜型：干母(fundatrix)、干雌(fundatrigenia)、孤雌蚜(virginogenia)、雌性母和雄性母统称为性母(sexupara)、雌性蚜和雄蚜统称为性蚜(sexuale)[50-51]。其有性世代发生在秋季，一年出现一次，雄性蚜和雌性蚜交配后在越冬寄主上产卵越冬。这种生活史一般发生在温带以及次亚寒带等较寒冷的高纬度地区[19]，如亚洲东亚、中亚，北美洲北部地区以及欧洲中欧、西欧的部分北部地区(表2)。

微卫星标记法是近年用来评估棉蚜因遗传变异和有性繁殖导致棉蚜种群遗传分化的非常重要的方法[32]。在中东地区，Bodenheimer 等[35]指出棉蚜在

表2 全周期型生活史的棉蚜在世界的分布区域

Tab. 2 Distribution areas of holocyclic life cycle of *Aphis gossypii* in the world

地区	生活史类型	参考文献
中国(总体)	全周期型为主	[13,52-60]
中国(山西)	全周期型	[59-60]
中国(陕西)	全周期型	[28,61-62]
中国(河南)	全周期型	[10]
中国(河北)	全周期型	[63]
中国(北京)	全周期型	[64]
中国(山东)	全周期型为主	[28,65]
中国(重庆)	全周期型	[50,66]
中国(安徽)	全周期型	[67-68]
中国(江苏)	全周期型	[17,69-72]
中国(上海)	全周期型	[73]
中国(扬州)	全周期型	[74]
中国(辽宁)	全周期型	[56,75]
中国(大连)	全周期型	[76]
中国(宁夏)	全周期型	[77]
中国(新疆)	存在全周期型	[12,58,78-82]
日本	全周期型为主	[83-84]
韩国(水原,公州,抱川)	全周期型	[21,85]
朝鲜半岛	全周期型	[86]
巴基斯坦	全周期型为主	[37]
伊朗	全周期型	[87]
哈萨克斯坦	全周期型	暂无文献证明
塔吉克斯坦	全周期型	暂无文献证明
乌兹别克斯坦	全周期型	暂无文献证明
美国北部(康涅狄格州)	全周期型	[88]
加拿大(草原生态区)	全周期型	[89]
俄罗斯	全周期型	[90]
奥地利	存在全周期型	[91]
希腊(北部地区)	存在中间型	[6]
法国南部	存在全周期型	[31-32]

该地区营不全周期型，尚未发现有性生殖。但是，Razmjou 等[87]通过8个微卫星位点遗传多样性分析方法，评估了伊朗地区棉蚜种群的基因结构，找到了棉蚜在该地区有性繁殖的证据。

在欧洲，早期普遍认为棉蚜是完全营孤雌生殖的，不产生有性世代[92]。但是，有研究表明，在气候比较温和湿润的希腊，适合蚜虫有性繁殖，蚜虫可以在保护地农作物和原生寄主木槿(*Hibiscus syriacus*)上越冬，如桃蚜(*Myzus persicae*)在该地区是典型的异寄主全周期型生活史[6,93]。John 等[6]在希腊北部地区采集了菊科、葫芦科、锦葵科等寄主植物上的棉蚜，研究表明所采集到中间型棉蚜在短日照条件下培养，其后代存在有性生殖，即在该地区棉蚜存在全周期型。Böhm[91]报道了奥地利的棉蚜种群在欧鼠李(*Rhamnus frangula*)和葫芦科寄主植物或马鞭

草属(*Verbena* spp.)之间进行转主寄生,并可以完成一个完整的全周期型生活史。在西欧等地区的温室里,菊花(*Chrysanthemum morifolium*)和黄瓜(*Cucumis sativus*)的棉蚜群体在一定条件下也可以产生性变异[32,39]。在法国南部地区,Vanlerberghe 等[31-32]在木槿上发现了棉蚜卵的存在(与 Geria 和 Rabasse 交流),但是未观察到其孵化。综上所述,棉蚜在欧洲大部分地区主要为不全周期型生活史,但是在温度适宜的部分地区可以进行全周期型生活史。

2 棉蚜的越冬寄主植物类型

棉蚜有 2 种类型的越冬寄主植物,一种类型是以卵在寄主植物上越冬,这种寄主称为原生寄主植物;另一种类型是以孤雌蚜在寄主植物上越冬,该寄主称为次生寄主植物[17]。前者营全周期生活史,棉蚜具有转主寄生的习性,夏天会在次生寄主植物上生活,秋末会迁移到原生寄主上产卵越冬;而后者营不全周期生活史,棉蚜终年生活在次生寄主上。

2.1 原生寄主植物

原生寄主又称为第一寄主,以木本植物为主,也有少数草本植物可以成为棉蚜越冬的场所[22]。不同区域的原生寄主有所差异,中国主要的原生寄主主要有花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、木槿和石榴(*Punica granatum*)等[52]。美国学者 Patch 指出,棉蚜的原生寄主是景天属(*Sedum*)的植物,但是 Kring 在 1955 年证明这种蚜虫的原生寄主是梓树(*Catalpa bignonioides*)。另外,木槿也是该地区的另一种原生寄主[88]。日本主要是木槿、南蛇藤(*Celastrus orbiculatus*)、日本鼠李(*Rhamnus japonica*)和茜草(*Rubia cordifolia*)[29]。韩国主要为木槿和鼠李[85]。欧洲地区欧鼠李是其主要寄主[91](表 3)。

在日本,海州常山(*Clerodendron trichotomum*)、日本紫珠(*Callicarpa japonica*)和木槿被认为是棉蚜的越冬寄主。但是,Inaizumi 等[83]进行了早春棉蚜转接试验,将这些植物上的有翅胎生雌蚜转移到次生寄主上,经过形态学鉴定表明,这 3 种植物只有木槿上的蚜虫是棉蚜,另外还发现了 3 种新的棉蚜越冬寄主植物,分别是南蛇藤、日本鼠李和茜草。中国李昌学在山西进行了棉蚜接种试验,结果表明夏枯草(*Prunella vulgaris*)、花椒、苦苣菜(*Sonchus oleraceus*)是棉蚜的越冬寄主,并且棉蚜在石榴、花椒、夏枯草、苦荬菜(*Lxeris polycephala*)、地丁草(*Corydalis*

表 3 棉蚜的原生寄主植物

Tab. 3 Primary host plants for overwinter of *Aphis gossypii*

寄主名称	学名	分类地位	草本/木本	地区	参考文献
花椒	*Zanthoxylum bungeanum*	芸香目 芸香科 花椒属	落叶灌木/小乔木	中国	[52,58-59,94]
石榴	*Punica granatum*	桃金娘目 石榴科 石榴属	落叶乔木/灌木	中国 韩国(木浦)	[10,64,83]
木槿	*Hibiscus syriacus*	锦葵目 锦葵科 木槿属	落叶灌木	中国 日本 美国 韩国 法国南部	[72] [29] [88] [85] [32]
木芙蓉	*Hibiscus mutabilis*	锦葵目 锦葵科 木槿属	落叶灌木/小乔木	中国 日本	[10] [84]
黄金树	*Catalpa speciosa*	管状花目 紫葳科 梓属	乔木	中国新疆	[80]
梓树	*Catalpa bignonioides*	管状花目 紫葳科 梓属	乔木	中国 美国	[80] [88]
枸杞	*Lycium chinense*	管状花目 茄科 枸杞属	灌木	中国	[77]
夏至草	*Lagopsis supina*	唇形目 唇形科 夏至草属	多年生草本	中国辽西棉区 关中地区	[75] [56,61]
夏枯草	*Prunella vulgaris*	唇形目 唇形科 夏枯草属	多年生草本	中国晋南 陕西地区 河北	[28] [59] [10]
南蛇藤	*Celastrus orbiculatus*	卫矛目 卫矛科 南蛇藤属	落叶藤状灌木	日本	[83]
茜草	*Rubia cordifolia*	茜草目 茜草科 茜草属	草质攀援藤木	日本	[83]
鼠李	*Rhamnus davurica*	蔷薇目 鼠李科 鼠李属	落叶小乔木/大灌木	中国 韩国 朝鲜半岛	[10,75] [85] [86]
欧鼠李	*Rhamnus frangula*	蔷薇目 鼠李科 鼠李属	落叶小乔木/大灌木	奥地利	[6]
日本鼠李	*Rhamnus japonica*	蔷薇目 鼠李科 鼠李属	落叶小乔木/大灌木	日本	[83-84]
冻绿	*Rhamnus utilis*	蔷薇目 鼠李科 鼠李属	落叶灌木/小乔木	中国	[58]
葡萄	*Vitis vinifera*	鼠李目 葡萄科 葡萄属	木本	中国新疆	[58]
蒲公英	*Taraxacum mongolicum*	菊目 菊科 蒲公英属	草本	中国陕西 中国新疆	[10] [57]
苦苣菜	*Sonchus oleraceus*	桔梗目 菊科 苦苣菜属	草本	中国河南 中国山西	[10] [59]
荆条	*Vitex negundo*	管状花目 马鞭草科 牡荆属	灌木/小乔木	中国辽宁 中国陕西	[75]
地丁草	*Corydalis bungeana*	侧膜胎座目 堇菜科 堇菜属	草本	中国	[10,61]
车前	*Plantago asiatica*	车前目 车前科 车前属	草本	中国河南	[10]

bungeana)、水茄(*Solanum torvum*)、芥菜(*Brassica juncea*)7 种植物上可以存活繁殖,在晋南地区是其寄主植物[59]。朱弘复等[10]在北京和安阳进行了棉蚜寄主植物接种试验,结果表明石榴、花椒、木槿、鼠李(*Rhamnus davurica*)、夏枯草、车前(*Plantago asiatica*)是棉蚜的越冬寄主,地丁草和苦荬菜则不是棉蚜寄主,与前者试验不一致,这可能与地理分布类型和气候因素有关。

2.2 次生寄主植物

次生寄主又称为第二寄主或侨居寄主或夏寄主,在次生寄主上棉蚜营孤雌胎生,一年可繁殖 10～30 代。棉蚜的次生寄主植物很多,达几百至上千种,主要集中于锦葵科、葫芦科、菊科、茄科、豆科(Leguminosae)、十字花科(Cruciferae)、蔷薇科(Rosaceae)和芸香科的一些植物。另外,紫草科(Boraginaceae)、马鞭草科(Verbenaceae)、唇形科(Labiatae)、柳叶菜科(Onagraceae)、蓼科(Polygonaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)等的一些植物也会有棉蚜寄居生活。棉蚜营异寄主全周期型生活史时,大部分时间都在次生寄主上生活,只有在产卵越冬之前,才会迁回原生寄主上,次年春天回温后又再迁移到次生寄主上生活。棉蚜营不全周期生活史时,终年在次生寄主上生活,包括越冬时节[6,29,31,56,83]。

3 决定蚜虫生活史类型的主要因素

棉蚜生活史类型不是绝对的,受遗传因素、温度和光周期的改变而发生变化。在蚜虫生活史的进化过程中,蚜虫祖先可以通过有性阶段丢失或者丢失异寄主生活史的方式从全周期型转变为不全周期型[95]。除了遗传层面,性蚜的产生主要由光周期和温度决定,热带蚜虫大都起源于北方,几乎都是不全周期的。温度和光周期可以诱导性蚜的产生,从而改变其生殖方式[25,96-97],如孤雌胎生蚜可以在低温和短日照条件下诱导产生性蚜[84,98-99]。光周期改变棉蚜生殖方式中典型的例子是纬度的变化会导致棉蚜性阶段的丧失。刘健等[26]对不同地理种群的棉蚜进行性蚜诱导,结果表明越南和海南 2 个低纬度地区的种群没有性蚜产生,北京和新疆 2 个高纬度地区的种群诱导产生了性蚜,并由此推测低纬度种群因长期的周年孤雌生殖而丧失了产生性蚜的能力。不同地区诱导蚜虫性形态产生的光周期有所差异,在相同温度下(18 ℃)和光周期下(L∶D = 8∶16),韩国济州岛棉蚜种群比南京棉蚜种群诱导产生性蚜的日照时间要长 2～4 h[54,100]。另外,桃蚜在低纬度通常也是不全周期型的,而在高纬度地区,其生活史为全周期型[101]。Mittler 等[36]研究表明,美国华盛顿州(46°34′N)的桃蚜种群对光周期产生了性变异,该光周期下产生变异的时间比来自更南边的纬度西班牙地区(40°N)桃蚜种群产生变异的时间长 1.0～1.5 h。

4 影响越冬寄主类型的因素

蚜虫迁移行为引起的种群分化可以解释棉蚜寄主专化型与异寄主生活史的共存[102-103]。蚜科很多种类的蚜虫都具有寄主特化性,它们大部分都有各自的原生寄主,影响其越冬寄主的因素主要有:蚜虫种类(遗传因素)、同种蚜虫生态专化型、寄主植物种类、温度和光照等。

4.1 遗传因素

蚜虫种类是影响其越冬寄主的内在因素,即遗传因素。不同种类的蚜虫越冬寄主种类存在很大差异。营不全周期型的棉蚜越冬寄主为次生寄主,一般有多个,如棉蚜的次生寄主有棉花(*Gossypium hirsutum*)、黄瓜、南瓜(*Cucurbita moschata*)、菊花等;营全周期型的蚜虫越冬寄主为原生寄主,如桃蚜等以蔷薇科果树桃(*Amygdalus persica*)等为越冬寄主植物,大豆蚜(*Aphis glycines*)在鼠李属的植物上产卵越冬,麦长管蚜(*Sitobion avenae*)在草本科植物上越冬(谷类或杂草)[17,104]。苹果绵蚜(*Eriosoma lanigerum*)的越冬寄主以苹果属(*Malus* spp.)为主,另外还有山楂属(*Crataegus* spp.)、梨属(*Pyrus* spp.)等植物[105],角倍蚜(*Schlechtendalia chinensis*)的主要越冬寄主是五倍子(*Rhus chinensis*)[106];向日葵蚜虫(*Aphis helianthi*)的越冬寄主为山茱萸属(*Cornus* spp.),向日葵属(*Helianthus* spp.)为次生寄主[107-108]。

另外,还有一些蚜虫种类,它们具有共同的原生寄主。在朝鲜半岛,鼠李和木槿是棉蚜、大豆蚜和 *Aphis rhamnicola* 这 3 种蚜虫的共同原生寄主,*A. rhamnicola* 之前一直被认为是棉蚜的亚种,Lee 等[86]发现,它其实是一个区别于棉蚜的新物种,而且是一种典型的异寄主蚜虫。在生态学上,这 3 个物种都有一个典型的异寄主全周期生活史,在越冬季节共同寄居在鼠李属的鼠李和日本鼠李等原生寄主上,

其中棉蚜和大豆蚜起源于亚洲东北部地区,在起源地,鼠李是棉蚜和大豆蚜共同的原生寄主[109-112],在越冬季节大豆蚜和棉蚜经常同时在鼠李上被发现,在同一片树叶上会形成越冬后代的混合群体,导致它们被误认为是同一物种[112]。由此可见,蚜虫种类不同,其越冬寄主类型也存在差异性,有些蚜虫的越冬寄主只集中在一个属,而有的蚜虫越冬寄主种类较多,广泛分布于各个属或科。

4.2 生态专化型

棉蚜在广泛的寄主中,由于长期对寄主的适应,形成了多种寄主专化型。同一种蚜虫存在不同的生态专化型(ecological specialization),或称为寄主专化型,寄主宗(host race),生物型(biotypes)[9]。棉蚜在我国主要有棉花型、瓜型和枸杞型等生态型,最为普遍认知的是前2种。棉花型和枸杞型主要营全周期型生活史,前者夏季在棉花上生长繁殖,冬天在木槿、花椒、石榴等原生寄主上越冬;而枸杞型则在原生寄主枸杞(*Lycium chinense*)上一直生活,这可能是棉蚜长期适应枸杞植物的一种进化表现,冬季以滞育卵在枸杞树干和树枝上越冬,主要分布在我国宁夏、青海、甘肃、内蒙和新疆等西部荒漠、半荒漠地区[77];瓜型棉蚜大多为专性孤雌繁殖系,冬天在温室里的黄瓜、芹菜、菊花和扶桑等次生寄主上以孤雌蚜的形式越冬,夏寄主有黄瓜、西瓜、西葫芦等葫芦科植物[113]。

Inaizumi 根据寄主利用度和生活史将棉蚜分为4种生物型,其中不全周期型棉蚜主要以黄瓜、番茄(*Solanum tuberosum*)和其他植物作为夏寄主,以孤雌胎生的方式在荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)、车前、婆婆纳(*Veronica didyma*)、智利草莓(*Fragaria chiloensis*)、聚合草(*Symphytum officinale*)、菊花、蜀葵(*Althaea rosea*)等寄主植物上越冬,不产生性蚜;全周期型Ⅰ在木槿和包括番茄在内的许多其他寄主之间转换;全周期型Ⅱ以鼠李和南蛇藤为第一寄主,夏寄主较多;全周期型Ⅲ具有无翅雄虫,在茜草上生活,不迁移[29]。胡道武等[114]研究表明,棉花上以棉花型棉蚜为主;黄瓜上的瓜型棉蚜占大部分;西葫芦上2种专化型棉蚜均有,且棉花型棉蚜的比例相对较大;豇豆(*Vigna unguiculata*)和菜豆(*Phaseolus vulgaris*)上主要为其它类型棉蚜;甜瓜(*Cucumis melo*)上以瓜型棉蚜占多数。Carletto 等[43]用8个微卫星分析了大量棉蚜的遗传多样性,鉴定出5个明显的寄主宗,寄主植物分别是葫芦科、棉花、茄子(*Solanum melongena*)、马铃薯(*Solanum tuberosum*)和辣椒(或甜椒)(*Capsicum annuum*),这些寄主宗在寄主上主要是无性繁殖后代,实验数据表明木槿属的植物可作为专化型无性系棉蚜的避难所。因此,不同的生态型所选择的寄主植物具有差异性。

4.3 寄主植物种类

Vanlerberghe 等[31]研究表明在棉蚜的进化史上,寄主植物作为一种强大的选择压力,可导致棉蚜在不同寄主类型上的遗传分化,另外,不是所有的寄主植物都是蚜虫的越冬寄主。Dohlen 等通过研究线粒体和核糖体有关基因测序表明,在蚜亚科中有大约15%的种类在冬寄主和夏寄主之间转主生活,剩下的85%中少部分仅生活在木本植物上,而大部分则已丧失或放弃了对原生寄主的利用能力,终年生活在草本植物上[17]。即第一寄主是性蚜产卵越冬的场所,而第二寄主是孤雌胎生蚜越冬的场所,另外还存在偶然寄主,棉蚜只是迁移时在上面停留片刻,但不能在上面长期生活繁殖。以棉蚜为例,有的寄主棉蚜可以在上面营整个生活史,如原生寄主木槿、枸杞等,夏季仍有部分滞留蚜在其上生活,即营同寄主全周期生活史;而有的原生寄主棉蚜只能在上面完成一部分生活史。次生寄主如黄瓜、南瓜等葫芦科植物是营不全生活史棉蚜的越冬场所。另外,在不同冬寄主上越冬的棉蚜,其夏寄主的范围不同,如花椒上越冬的棉蚜有较广泛的夏寄主范围;夏至草上越冬的棉蚜,对夏寄主有一定的选择性;地丁草上产生的迁移蚜,夏寄主范围较窄[61]。张克斌等[61]研究表明,棉蚜可从棉田迁往二寄主,但棉蚜在这些寄主上往往不能生存或生活不好,表明棉花是棉蚜最重要的第二寄主,而且有可能是第二寄主的源头寄主。耿桃兰[17]通过冬夏寄主转接试验表明,木槿上夏季滞留的棉蚜不能直接在黄瓜、西葫芦、南瓜、甜瓜、番茄和菜豆等寄主上繁殖后代和建立种群,仅极少部分个体可在棉花和豇豆上发育为成蚜并产仔,但产仔量极低;滞留棉蚜经棉花寄主饲养多代后,能较好地利用棉花和南瓜寄主,表现出了滞留棉蚜对一些夏寄主仍保持着利用能力。

再如豆蚜,主要原生寄主是鼠李属植物,但是不同区域,种类有所不同[110,112]。Yoo 等[108]研究表明,在北美药鼠李(*Rhamnus cathartica*)和桤木叶鼠李(*Rhamnus alnifolia*)是当地豆蚜主要的原生寄主植物;鼠李和日本鼠李是亚洲地区的原生寄主[112],

不同于棉蚜有许多次生寄主,大豆蚜只有一种次生寄主,就是大豆[108,110]。由于蚜虫对寄主的偏好不同,寄主转移和特定种群间的专化性可能导致生殖隔离和生活史的改变,因此,在近缘类群中发现不同寄主植物的亲缘关系,可以作为鉴别和描述新物种的决定性证据[95,115],以上试验研究均表明不同寄主植物和越冬寄主有着密切的联系。

4.4 温度和光照

温度和光照是影响植物光合和生长的主要因素,不同地区所处的经纬度不同,温度和光照也就有所差异。低纬度地区处于热带高温地区,环境条件适宜棉蚜繁殖,棉蚜终生行孤雌生殖,无有性世代;而在高纬度地区,冬季气候寒冷,棉蚜主要通过有性世代产生的受精卵越冬[30-31]。因此,棉蚜的越冬寄主在低纬度区域主要为次生寄主,在高纬度区域则主要为第一寄主,如棉蚜在北京和新疆可进行全周期生活,而在越南和海南只能进行不全周期生活史[26];再如麦长管蚜在我国大多数地区为不全周期型的生殖模式,但是在非洲、中东、印度,以及地中海等低纬度地区的草本科植物(谷类或杂草)上进行全周期生活,综上所述,温度和光照作为重要的环境因子,影响着蚜虫越冬的寄主植物类型。

5 讨 论

5.1 棉蚜原始越冬寄主

蚜虫的原生寄主主要是木本植物,主要分布在锦葵科、鼠李科、紫葳科(Bignoniaceae)、芸香科、石榴科等。Zhang[94]认为,芸香科植物野花椒是棉蚜原始的越冬寄主。他的理论基础是,野花椒是棉蚜有性方式越冬较为原始的寄主,与另外 2 个较常见的越冬寄主石榴和鼠李相比,蚜虫的生活周期和野花椒更同步。而笔者认为,木槿的可能性更大,一方面,木槿和棉花都属于锦葵科植物,相比于其他科寄主植物,棉蚜对其适合度更大。邵琼等[64]在合肥地区对棉蚜在 3 种主要越冬寄主木槿、石榴和花椒上的生命表进行了研究,结果表明,棉蚜对 3 种寄主适合度为木槿 > 石榴 > 花椒,且产卵量以木槿最多,石榴其次,而花椒上很少,这与刘向东等[116]的研究结果一致。产卵期调查显示,木槿上的棉蚜最早,其次是石榴,花椒较迟。赵静雅[51]报道木槿上的棉蚜转到石榴和花椒上后,其净产仔量降低,并且木槿上棉蚜生存率和产仔量也明显高于石榴和花椒;另一方面,木槿与野花椒相比,在全球分布的范围更广,在中国、日本、韩国、美国以及位于欧洲的法国和希腊多个国家,记载的原生寄主都有木槿这一越冬寄主植物[31,52,83,86,88]。

5.2 蚜虫与寄主植物协同进化的生态学意义

在长期的进化过程中,蚜虫与寄主植物之间形成了密切的联系,同一类蚜虫取食的寄主植物相同或相似,同一类寄主植物上存在生活习性等特征相似的蚜虫。蚜虫对寄主植物的选择是一个受化学感受支配的行为过程,特定的昆虫-寄主植物关系的出现,很有可能是由昆虫的化学感应系统的进化变化引起的[49]。蚜虫生活史进化的主要事件包括孤雌生殖和胎生的起源、蚜虫多型性的演化、与寄主同步生长和繁殖的适应性、寄主转换的得失和有性阶段的丢失。棉蚜不同生殖模式的共存具有重要的进化学意义,在 2 亿年前,蚜虫的祖先都是通过卵生繁殖后代的,之后在棉蚜生活史的进化过程中,形成了转寄主的特性[17],随后又由于有性繁殖的丢失形成了永久性孤雌生殖的生活史策略。专性孤雌生殖是 2 亿年前由有性世代进化而来的,在过去的研究中,有学者认为永久性的孤雌生殖是"进化的死亡端",适应性较窄[95],后来发现有性生殖的丢失并不会使棉蚜陷入绝境,而是为了最大限度的获取营养和降低能量消耗的一个与生活史交替相关的动态进化过程[17]。蚜虫的异寄主生活史策略是为了更好的生存而长期进化的结果,短暂的有性繁殖有其重要的生物学意义,棉蚜种群在此时得以基因交流,基因重组使棉蚜种群的遗传结构保持一定的丰富度,以适应变化的环境而不致种群衰退[17,99];另外,有性生殖发生基因漂移可以产生新的无性世代,这种双向基因流动使无性系基因向有性系基因渗透,也形成了无性系的克隆更替和大量的基因型多样性,因此,无性系偶而与有性系的基因交流可能对无性系的持续存在很重要,在基因交换之后,无性系通过重组、清除有害突变和增加遗传多样性而产生新的无性基因型[101]。

就协同进化而言,即使在同种生活周期型和同地域种群内,寄主的选择性也会使蚜虫不同的基因型共存,寄主的选择压力有效地促进了蚜虫种群的遗传分化,也是蚜虫种群对寄主专化性形成的必要条件。蚜虫-寄主植物关系模型有助于协同进化研究,如蚜虫与植物的相互影响、寄主植物特化与蚜虫物种形成、蚜虫对寄主植物适应性的生物学、生理生

化和遗传机制等方面[117]。蚜虫适应不同的植物后,进而发生寄主植物高度特化,生殖隔离的概率增加,则可能发生蚜虫种群分化[118]。现代分子生物学技术的成熟,使得更多基因组水平的研究得到发展,包括解决蚜虫和寄主植物关系在内的问题成为可能,然而对该问题的探讨应以蚜虫物种分类为基础,并综合形态、分子、地理分布、寄主植物等信息进行物种鉴定,DNA 条形码的应用或将是未来的研究热点。因此,整合寄主植物、蚜虫形态和分子等数据,对蚜虫-寄主植物协同进化相关问题的探讨将是未来蚜虫学科研究的发展趋势[119]。

6 展 望

6.1 预测模型在划分不同生活史分界线的应用

总体来说棉蚜有 2 种生活史,并且是蚜科中为数不多的同一区域存在 2 种生活史的一种蚜虫。但是由于中亚、中东、非洲等经济落后的一些国家对该方面的研究较少,仅有的文献也是本土语言居多,所以,对于全球各地区的棉蚜生活史策略仍然有不清楚的一些地区,因此,目前棉蚜全周期型和不全周期型在全球的分界线尚不清楚。此方面可以运用 CLIMEX 模型,CLIMEX 可根据某物种已发生地理区域的气候参数来模拟预测其潜在的地理分布和相对丰度的动态模拟模型,也可以直接使用物种生长发育的生物学数据调整参数[120]。我国已经利用该软件预测了美国白蛾(*Hyphantria cunea*)[121]、苹果蠹蛾(*Cydia pomonella*)[122]、稻水象(*Lissorhoptrus oryzophilus*)[123]、麦双尾蚜(*Diuraphis noxia*)[124]、日本金龟子(*Popillia japonica*)[125]、桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis*)[126]、葡萄花翅小卷蛾(*Lobesia botrana*)[127]等的潜在分布区。根据棉蚜生物学参数和有性蚜、无性蚜的最新已知地理分布,分别预测两者在世界范围内目前以及未来的潜在分布区,从而找出其准确的分界线,科学制定因地制宜的棉蚜防治方法,目前该方法已经在葡萄花翅小卷蛾方面成功应用[127]。

6.2 应用分子系统学研究蚜虫-寄主植物协同进化

蚜虫对寄主植物有较高的选择特异性,如豆蚜只寄生在一种或几种寄主植物上,在历史的进化过程中,蚜虫与寄主植物间协同进化关系,蚜虫演化出许多与寄主植物表面特征相适应的形态特征;而有些蚜虫则有较广泛的寄主植物,并且在不同寄主间可以相互转移[128]。随着遗传学、分子生态学和分子生物学在生物系统学研究中的渗透和应用,如微卫星标记、核视长蛋白基因、核基因 EF_1α、蚜虫线粒体基因 CO Ⅰ 和 CO Ⅱ、蚜虫内共生菌基因等具有高度的多态性和灵敏度特点的分子技术也在蚜虫系统学研究中得到广泛应用[119]。但是目前大部分研究集中在遗传多样性和分子遗传学方面的研究[129],对于蚜虫-寄主植物协同进化的研究较少,较完整的文献是 Moran[95] 对蚜虫生活周期演化中的关键问题进行了综述,并尝试着提出了一些解释。因此,在以后的研究中,应该加强蚜虫的分化与其寄主植物的对应关系,并明确在何种水平(科、属、种等),以及蚜虫与寄主植物平行进化格局的普遍性。

6.3 从棉蚜与各寄主植物分布区域的吻合程度判定寄主适合度

目前对棉蚜寄主植物的适合度研究主要从棉蚜在某种寄主上的存活率、繁殖率以及寄主转接试验进行判断,总的来说,棉蚜对冬寄主比夏寄主的适合度更高[7,10-11,52,64-65,68]。笔者认为,在今后的研究中,可以根据国际农业与生物科学中心 CABI(Compendia Interactive Encyclopedias Database),全球生物多样性信息网络 GBIF(Global Biodiversity Information Facility)等数据库获取棉蚜和主要寄主植物的分布,最后应用 GIS(地理信息系统)分析蚜虫和寄主分布结果,判断哪种寄主和棉蚜分布区域最吻合,从而明确棉蚜对不同寄主的适合度。该领域研究前人也进行了尝试,如乔格侠等[130]应用 GIS 技术对中国侧棘斑蚜属(*Tuberculatus*)蚜虫的分布格局与寄主植物分布叠加,探讨了两者的关系,结果表明两者分布基本吻合,但是没有蚜虫分布记录的一些寄主植物分布的地区还有待于进一步的研究。

参考文献(References):

[1] 朱弘復,张广学. 棉蚜[J]. 农业科学通讯,1956(3):159-162. [Zhu Hongfu, Zhang Guangxue. Cotton aphid[J]. Agricultural Science Bulletin,1956(3):159-162.]

[2] Gao G, Feng L, Perkins L E, et al. Effect of the frequency and magnitude of extreme temperature on the life history traits of the large cotton aphid, *Acyrthosiphon gossypii* (Hemiptera: Aphididae): Implications for their population dynamics under global warming[J]. Entomologia Generalis,2018,37(2):103-113.

[3] 潘洪生,姜玉英,王佩玲,等. 新疆棉花害虫发生演替与综合防治研究进展[J]. 植物保护,2018,44(5):42-50. [Pan Hongsh-

eng, Jiang Yuying, Wang Peiling, et al. Research progress in the status evolution and integrated control of cotton pests in Xinjiang [J]. Plant Protection, 2018, 44(5): 42 – 50.]
[4] 袁立兵,高占林,党志红,等. 不同棉蚜种群对棉花和黄瓜的适合度分化[J]. 昆虫知识,2008,45(6):896 – 899. [Yuan Libing, Gao Zhanlin, Dang Zhihong, et al. Fitness differentiation in *Aphis gossypii* populations to cotton and cucumber[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2008, 45(6): 896 – 899.]
[5] 孟玲,李保平. 新疆棉蚜生物型的研究[J]. 棉花学报,2001,13(1):30 – 35. [Meng Ling, Li Baoping. Researches on biotypes of cotton aphid in Xinjiang[J]. Cotton Science, 2001, 13(1): 30 – 35.]
[6] John T M, Tzortzi M, Kostas D Z, et al. Predominance of parthenogenetic reproduction in *Aphis gossypii* populations on summer crops and weeds in Greece[J]. Bulletin of Insectology, 2009, 62(1): 15 – 20.
[7] 王丽,张帅,雒珺瑜,等. 安阳棉蚜寄主专化型及其形成机制初步分析[J]. 棉花学报,2015,27(4):372 – 378. [Wang Li, Zhang Shuai, Luo Junyu, et al. Host biotypes of cotton aphid *Aphis gossypii* Glover and preliminary analysis of the formation mechanism in Anyang region of China[J]. Cotton Science, 2015, 27(4): 372 – 378.]
[8] Margaritopoulos J T, Tzortzi M, Zarpas K D, et al. Morphological discrimination of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) populations feeding on Compositae[J]. Bulletin of Entomological Research, 2006, 96(2): 153 – 165.
[9] Satar S, Kersting U, Yokomi R. Presence of two host races of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) collected in Turkey[J]. Annals of Applied Biology, 2013, 162(1): 41 – 49.
[10] 朱弘复,张广学. 棉蚜寄主植物接种试验简报[J]. 昆虫知识,1958(5):202 – 204. [Zhu Hongfu, Zhang Guangxue. Brief report on inoculation test of host plants of cotton aphid[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 1958(5): 202 – 204.]
[11] 肖云丽. 温热带地区不同生物型棉蚜对夏寄主的适应性研究[D]. 济南:山东农业大学,2013. [Xiao Yunli. Adaptation of Two Biotypes of *Aphis gossypii* on Different Host Plants in the Temperate and Tropical Regions[D]. Jinan: Shandong Agricultural University, 2013.]
[12] 冯志超,姚丽花. 新疆奎屯棉蚜大发生的原因及防治措施[J]. 中国棉花,2004,31(10):9 – 11. [Feng Zhichao, Yao Lihua. The reason and control measures of cotton aphid outbreak in Kuitun, Xinjiang[J]. China Cotton, 2004, 31(10): 9 – 11.]
[13] 王孝法,孟昭璋,罗教祥. 新疆植棉区棉蚜分布危害特点及防治对策[J]. 新疆农业科学,2000(增刊1):85 – 87. [Wang Xiaofa, Meng Zhaozhang, Luo Jiaoxiang. Characteristics of distribution and harm and management strategy on cotton aphid in cotton planting area of Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2000 (Suppl. 1): 85 – 87.]
[14] Zhang J, Cui L, Xu X, et al. Frequency detection of imidacloprid resistance allele in *Aphis gossypii* field populations by real-time PCR amplification of specific-allele (rtPASA)[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2015, 125(1): 1 – 7.
[15] 苏晓丹,李学军,王淑贤. 蚜虫的生活周期概述[J]. 黑龙江农业科学,2009(2):74 – 75. [Su Xiaodan, Li Xuejun, Wang Shuxian. The summary of aphids' life cycle[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2009(2): 74 – 75.]
[16] 蒲天胜. 浅谈昆虫年生活史研究[J]. 广西植保,1993(3):34 – 37. [Pu Tiansheng. Study on insect annual life history[J]. Guangxi Plant Protection, 1993(3): 34 – 37.]
[17] 耿桃兰. 棉蚜在冬寄主上营同寄主生活史的生态与分子机制[D]. 南京:南京农业大学,2009. [Geng Taolan. Ecological and Molecular Mechanism of *Aphis gossypii* Glover Undergoing the Autoecious Life Cycle on Overwinter Host Plant[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009.]
[18] 高雪. 寄主专化型棉蚜的周年繁殖对策[D]. 南京:南京农业大学,2008. [Gao Xue. Reproductive Modes of Cotton-and Cucurbit-Specialized Aphids, *Aphis gossypii* Glover[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2008.]
[19] 郑彩玲. 棉蚜寄主专化性及其形成机制的研究[D]. 南京:南京农业大学,2007. [Zheng Cailing. Studies on the Host Specificity and Formation Mechamism of Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.]
[20] Ebert T A, Cartwright B. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)[J]. Southwestern Entomologist, 1997, 22(1): 116 – 153.
[21] Blackman R L, Eastop V F. Taxonomic issues[C]//Van Emden H F, Harrington R. Aphids As Crop Pests. Wallingford: CABI, 2007: 1 – 29.
[22] Dixon A F G. Structure of aphid populations[J]. Annual Review of Entomology, 1985, 30(1): 155 – 174.
[23] 闫纯博. 棉蚜的发生为害及对其的综合防治[J]. 新疆农垦科技,1993(2):26 – 28. [Yan Chunbo. The occurrence and harm of cotton aphid and its integrated prevention[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 1993(2): 26 – 28.]
[24] Chen Y, Vanlerberghe-Masutti F, Wilson L J, et al. Evidence of superclones in Australian cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Aphididae: Hemiptera)[J]. Pest Management Science, 2013, 69(8): 938 – 948.
[25] 龚鹏,张孝羲. 温度和光周期对棉蚜性蚜产生的诱导[J]. 植物保护学报,2001,28(4):318 – 324. [Gong Peng, Zhang Xiaoxi. The inducement temperature and photoperiod to produce sexuales of *Aphis gossypii* Glover [J]. Journal of Plant Protection, 2001, 28(4): 318 – 324.]
[26] 刘健,吴孔明,赵奎军,等. 不同地理种群棉蚜对温度和光周期的生态适应性[J]. 生态学报,2003,23(5):863 – 869. [Liu Jian, Wu Kongming, Zhao Kuijun, et al. The ecological adaptability of *Aphis gossypii* collected from different climate zones to temperature and photoperiod[J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(5): 863 – 869.]
[27] Takahashi R. Aphididae from Formosa (Part 2)[R]. Taiwan: Agri-

culture Government Research Institute,1923.

〔28〕 佚名. 棉蚜的防治〔J〕. 中国农业科学,1952(5):17－18.〔Anonymous. Control of cotton aphid〔J〕. Scientia Agricultura Sinica, 1952(5):17－18.〕

〔29〕 Inaizumi M. Life cycle of *Aphis gossypii* Glover(Hemiptera, Aphididae) with special reference to biotype differentiation on various host plants〔J〕. Japanese Journal of Entomology,1981,49(1):219－240.

〔30〕 刘健. 棉蚜(*Aphis gossypii*)对温度和光周期适应对策的进化〔D〕. 哈尔滨:东北农业大学,2003.〔Liu Jian. Evolution of the Ecological Adaptability to Temperature and Photoperiod in *Aphis gossypii*〔D〕. Harbin:Northeast Agricultural University,2003.〕

〔31〕 Vanlerberghe-Masutti F,Chavigny P. Host-based genetic differentiation in the aphid *Aphis gossypii* Glover,evidenced from RAPD fingerprints〔J〕. Molecular Ecology,1998,7(7):905－914.

〔32〕 Vanlerberghe-Masutti F,Chavigny P,Fuller S J. Characterization of microsatellite loci in the aphid species *Aphis gossypii* Glover〔J〕. Molecular Ecology,1999,8(4):693－695.

〔33〕 Kataria R,Kumar D. Population dynamics,biology of cotton aphid, *Aphis gossypii*(Glover) and its associated natural enemies in Vadodara, Gujarat〔J〕. International Journal of Science and Nature, 2015,6(3):411－420.

〔34〕 Agarwala B K,Choudhury P R. Host races of the cotton aphid,*Aphis gossypii*, in asexual populations from wild plants of taro and brinjal〔J〕. Journal of Insect Science,2013,13(1):34,doi:10.1671/031.013.3401.

〔35〕 Bodenheimer F S,Swirski E. The Aphidoidea of the Middle East〔J〕. Quarterly Review of Biology,1957,11(4):72－79.

〔36〕 Mittler T E,Wilhoit L. Sexual morph production by two regional biotypes of *Myzus persicae*(Hemiptera:Aphididae)in relation to photoperiod〔J〕. Environmental Entomology,1990,19(1):32－35.

〔37〕 Ahmad M,Arif M I. Susceptibility of Pakistani populations of cotton aphid *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae) to endosulfan,organophosphorus and carbamate insecticides〔J〕. Crop Protection, 2008,27(3－5):523－531.

〔38〕 Van Steenis M J,EI-Khawass K A M H. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber:Influence of temperature,host plant and parasitism〔J〕. Entomologia Experimentalis et Applicata,1995,76(2):121－131.

〔39〕 Guldemond J A,Tigges W T,De Vrijer P W F. Host races of *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae) on cucumber and chrysanthemum〔J〕. Environmental Entomology,1994,23(5):1 235－1 240.

〔40〕 Ullah K. Biological study of cotton aphids,*Aphis gossypii* Glover〔J〕. Pakistan Journal of Agricultural Research,1980,1(2):135－138.

〔41〕 Radev R. Studies on the bioecology of the cotton leaf-aphid *Aphis gossypii* Glover(Hemiptera:Aphididae) on cotton〔J〕. Plant Science,1968,5(10):109－131.

〔42〕 Charaabi K,Carletto J,Chavigny P,et al. Genotypic diversity of cotton-melon aphid *Aphis gossypii* (Glover) in Tunisia is structured by host plants〔J〕. Bulletin of Entomological Research,2008,98(4):333－341.

〔43〕 Carletto J,Lombaert E,Chavigny P,et al. Ecological specialization of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cultivated host plants〔J〕. Molecular Ecology,2009,18(10):2 198－2 212.

〔44〕 Suhas S,David K. Cotton Aphids〔EB/OL〕. http://lubbock.tamu.edu/files/2017/07/Cotton-aphid_ENTO074.pdf,2017－07－17/2019－06－19.

〔45〕 Slosser J E,Pinchak W E,Rummel D R. A review of known and potential factors affecting the population dynamics of the cotton aphid〔J〕. Southwestern Entomologist,1989,14(3):302－313.

〔46〕 Sanborn C E. Cotton or Melon Aphis〔M〕. Oklahoma:Oklahoma Agricultural and Mechanical College,Agricultural Experiment Station,1912:3－4.

〔47〕 John L C. Melon aphid or cotton aphid,*Aphis gossypii* Glover(Insecta: Hemiptera: Aphididae)〔EB/OL〕. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/melon_aphid.htm#host,2019－06－19.

〔48〕 Najar-Rodriguez A J,Mcgraw E A,Hull C D,et al. The ecological differentiation of asexual lineages of cotton aphids:Alate behaviour,sensory physiology,and differential host associations〔J〕. Biological Journal of the Linnean Society,2009,97(3):503－519.

〔49〕 Wool D,Hales D. Components of variation of morphological characters in Australian *Aphis gossypii*:Host-plant effects predominate〔C〕//Wool D,Hales D. Proceedings of the 9th International Symposium on Insect-Plant Relationships. Dordrecht:Springer,1996:166－168.

〔50〕 贾芳曌. 棉蚜在花椒上的种群动态及花椒香豆素对棉蚜生化特性的影响〔D〕. 重庆:西南大学,2008.〔Jia Fangzhao. Population Dynamics of *Aphis gossypii* on Prickly Ash and Effect of Prickly Ash Coumarin on Biochemical Characteristics of *Aphis gossypii*〔D〕. Chongqing:Southwest University,2008.〕

〔51〕 赵静雅. 棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 种下类群分化规律的研究〔D〕. 南京:南京农业大学,1999.〔Zhao Jingya. Study on the Subspecies Differentiation of *Aphis gossypii* Glover〔D〕. Nanjing:Nangjing Agricultural University,1999.〕

〔52〕 张孝羲,赵静雅,张广学,等. 棉蚜种群寄主转换的适应和变异规律研究〔J〕. 生态学报,2001,21(1):106－111.〔Zhang Xiaoxi,Zhao Jingya,Zhang Guangxue,et al. Studies on population adaptation and differentiation of *Aphis gossypii* Glover among host plant transplantation〔J〕. Acta Ecologica Sinica,2001,21(1):106－111.〕

〔53〕 Wang L,Zhang S,Luo J Y,et al. Identification of *Aphis gossypii* Glover(Hemiptera:Aphididae) biotypes from different host plants in north China〔J〕. PloS ONE,2016,11(1):e0146345,doi:10.1371/journal.pone.0146345.

〔54〕 高雪,刘向东. 棉花型和瓜型棉蚜产生有性世代能力的分化〔J〕. 昆虫学报,2008,51(1):40－45.〔Gao Xue,Liu Xiangdong. Differentiation of cotton and cucumber specialized aphids of *Aphis gossypii* Glover in capacity to produce sexuales〔J〕. Acta Entomologica Sinica,2008,51(1):40－45.〕

〔55〕王佩玲，张建华，王宏跃，等. 新疆石河子棉蚜越冬卵的发育规律〔J〕. 昆虫知识，2003，40（3）：229 – 231.〔Wang Peiling，Zhang Jianhua，Wang Hongyue，et al. Development of the cotton aphid eggs in Xinjiang Shihezi〔J〕. Chinese Bulletin of Entomology，2003，40（3）：229 – 231.〕

〔56〕刘炳文. 关于夏至草与夏枯草〔J〕. 植物保护，1981，7（4）：17.〔Liu Bingwen. About *Lagopsis supina* and *Prunella vulgaris*〔J〕. Plant Protection，1981，7（4）：17.〕

〔57〕黄吉平，许昌明. 棉蚜室外越冬新寄主〔J〕. 新疆农业科技，2000（5）：36.〔Huang Jiping，Xu Changming. A new winter host for cotton aphid〔J〕. Xinjiang Agricultural Science and Technology，2000（5）：36.〕

〔58〕阿克旦・吾外士，汪飞，马祁，等. 南疆棉区棉蚜室外越冬规律研究〔J〕. 新疆农业科学，2000（5）：215 – 218.〔Ahtam Uwais，Wang Fei，Ma Qi，et al. Study on winter overwintering rule of cotton aphid in Southern Xinjiang〔J〕. Xinjiang Agricultural Sciences，2000（5）：215 – 218.〕

〔59〕李昌学. 棉蚜越冬寄主初步观察〔J〕. 昆虫知识，1958（4）：34 – 35.〔Li Changxue. Preliminary observation on winter hosts of cotton aphid〔J〕. Chinese Bulletin of Entomology，1958（4）：34 – 35.〕

〔60〕刘永福. 特早熟棉区棉蚜发生动态及综合防治措施〔J〕. 山西农业科学，1980（6）：19 – 20.〔Liu Yongfu. Occurrence dynamics and integrated prevention measures of cotton aphid in special early maturing cotton area〔J〕. Journal of Shanxi Agricultural Sciences，1980（6）：19 – 20.〕

〔61〕张克斌，刘惠霞，王玲莉. 棉蚜年生活周期及其与寄主营养的关系〔J〕. 西北农林科技大学学报（自然科学版），1987，15（4）：15 – 21.〔Zhang Kebin，Liu Huixia，Wang Lingli. The relationship between the yearly life cycle and host nutrients of *Aphis gossypii* Glover〔J〕. Journal of Northwest A & F University（Natural Science Edition），1987，15（4）：15 – 21.〕

〔62〕郑永善，楚爱蓉. 关中棉蚜消长规律的研究〔J〕. 陕西农业科学，1959（5）：210 – 216.〔Zheng Yongshan，Chu Airong. Study on the population dynamics of cotton aphid in Guanzhong Plain〔J〕. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences，1959（5）：210 – 216.〕

〔63〕尹振华，樊树楹，何义，等. 棉蚜发生规律与防治关系的初步总结〔J〕. 农业科学通讯，1954（5）：245 – 247.〔Yin Zhenhua，Fan Shuying，He Yi，et al. A preliminary summary of the relationship between occurrence and control of cotton aphid〔J〕. Scientia Agricultura Sinica，1954（5）：245 – 247.〕

〔64〕邵琼，闫德龙. 棉蚜对主要冬寄主的适合度研究〔J〕. 江苏农业科学，2005（2）：59 – 61.〔Shao Qiong，Yan Delong. Suitability of *Aphis gossypii* to its main winter hosts〔J〕. Jiangsu Agricultural Sciences，2005（2）：59 – 61.〕

〔65〕曲爱军，魏志顺，朱承美，等. 棉蚜对寄主植物的选择性研究〔J〕. 山东农业大学学报（自然科学版），2004，35（3）：363 – 367.〔Qu Aijun，Wei Zhishun，Zhu Chengmei，et al. Study on selectivity of *Aphis gossypii* to host plant odour sources〔J〕. Journal of Shandong Agricultural University（Natural Science Edition），2004，35（3）：363 – 367.〕

〔66〕朱弘复，张广学. 消灭棉蚜灾害的探讨〔J〕. 科学通报，1956，1（2）：48 – 51.〔Zhu Hongfu，Zhang Guangxue. Discussion on eliminating cotton aphid disaster〔J〕. Chinese Science Bulletin，1956，1（2）：48 – 51.〕

〔67〕江俊起，缪勇，陈丽，等. 木槿上棉蚜种群动态的研究〔J〕. 中国农学通报，2006，22（2）：334 – 336.〔Jiang Junqi，Miao Yong，Chen Li，et al. Studies on population dynamics of *Aphis gossypii* in rose mallow〔J〕. Chinese Agricultural Science Bulletin，2006，22（2）：334 – 336.〕

〔68〕闫德龙. 棉蚜对主要寄主的适合度及为害机理的研究〔D〕. 合肥：安徽农业大学，2003.〔Yan Delong. Studies on the Suitability and Injury Mechanism of *Aphis gossypii* to Its Major Hosts〔D〕. Hefei：Anhui Agriculture University，2003.〕

〔69〕耿桃兰，刘向东. 冬寄主木槿上夏季滞留棉蚜产生有性世代的能力及繁殖模式〔J〕. 南京农业大学学报，2010，33（5）：45 – 48.〔Geng Taolan，Liu Xiangdong. The capacity to produce sexual generation and reproductive modes of the autoecious aphid *Aphis gossypii* Glover on an overwintering host，*Hibiscus syriacus*〔J〕. Journal of Nanjing Agricultural University，2010，33（5）：45 – 48.〕

〔70〕丁锦华，傅强. 棉蚜有性世代的观察〔J〕. 昆虫知识，1995，32（3）：141 – 143.〔Ding Jinhua，Fu Qiang. Observation of sexual generation of cotton aphid〔J〕. Chinese Bulletin of Entomology，1995，32（3）：141 – 143.〕

〔71〕Liu X D，Xu T T，Lei H X. Refuges and host shift pathways of host-specialized aphids *Aphis gossypii*〔J〕. Scientific Reports，2017，7（1）：1 – 9.

〔72〕Liu X D，Zhai B P，Zhang X X. Specialized host-plant performance of the cotton aphid is altered by experience〔J〕. Ecological Research，2008，23（5）：919 – 925.

〔73〕顾启明. 上海地区棉蚜生活型的分化及其对为害的影响〔J〕. 上海农学院学报，1993，11（2）：156 – 161.〔Gu Qiming. Differentiation of cotton aphid life type and its harmful effects in Shanghai area〔J〕. Journal of Shanghai Agricultural College，1993，11（2）：156 – 161.〕

〔74〕陈丽丽，顾桂香，何玲玲，等. 扬州地区棉蚜卵的发育动态及早春棉蚜的扩散〔J〕. 植物保护，2015，41（4）：184 – 185.〔Chen Lili，Gu Guixiang，He Lingling，et al. Developmental dynamics of cotton aphid eggs and aphid diffusion in early spring in Yangzhou〔J〕. Plant Protection，2015，41（4）：184 – 185.〕

〔75〕赵季秋，朱淑范，李本珍，等. 关于棉蚜越冬寄主的探讨〔J〕. 辽宁农业科学，1983（5）：55 – 57.〔Zhao Jiqiu，Zhu Shufan，Li Benzhen，et al. Discussion on winter hosts of cotton aphid〔J〕. Liaoning Agricultural Sciences，1983（5）：55 – 57.〕

〔76〕Shimpei Shibata. Ecological studies on aphis（9） on the ecological ring〔J〕. Journal of Utsunomiya University，1955，3（1）：18.

〔77〕严林，郭蕊，李亚娟，等. 枸杞棉蚜形态和生物学特性研究〔J〕. 昆虫学报，2017，60（6）：666 – 680.〔Yan Lin，Guo Rui，Li Yajuan，et al. Morphology and bionomics of *Aphis gossypii*（Hemiptera：Aphididae） on Chinese wolfberry（*Lycium barbarum*）〔J〕. Ac-

ta Entomologica Sinica,2017,60(6):666－680.]

[78] 毕双杰.奎屯棉区棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)成灾规律及防治对策研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2004.[Bi Shuangjie. Study on the Law of Disaster and the Stage of Controlling for *Aphid gossypii* in Kuitun[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2004.]

[79] 王占亭,孙洪波.奎屯垦区棉蚜越冬调查[J].新疆农垦科技,1999(3):18－19.[Wang Zhanting,Sun Hongbo. Investigation on cotton aphid wintering in Kuitun[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology,1999(3):18－19.]

[80] 王佩玲,张建华,贺福德,等.石河子地区春季棉蚜发生规律研究[J].棉花学报,2003,15(3):159－162.[Wang Peiling, Zhang Jianhua,He Fude,et al. Law of cotton aphid,*Aphis gossypii* Glover(Hemiptera:Aphididae) in spring in Shehezi[J]. Cotton Science,2003,15(3):159－162.]

[81] 刘升.室外越冬棉蚜对田间蚜虫发生的影响[J].农村科技,2000(1):12－13.[Liu Sheng. Effects of wintering cotton aphid to occurrence of aphids in the field[J]. Rural Science & Technology,2000(1):12－13.]

[82] 孙洪波,马野萍,郭天凤,等.棉蚜生活周期及繁殖特征观察[J].新疆农业科学,2000(2):78－80.[Sun Hongbo, Ma Yeping,Guo Tianfeng,et al. Observation on life cycle and reproductive characteristics of *Aphis gossypii*[J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2000(2):78－80.]

[83] Inaizumi M. Primary host plants for *Aphis gossypii* Glover,and its landing on secondary host plants[J]. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology,1970,14(1):29－38.

[84] Takada H. Interclonal variation in the photoperiodic response for sexual morph production of Japanese *Aphis gossypii* Glover(Hom., Aphididae)[J]. Journal of Applied Entomology,1988,106(1－5):188－197.

[85] Shim J Y,Park J S,Paik W H. Studies on the life history of cotton aphid,*Aphis gossypii* Glover(Hemiptera)[J]. Korean Journal of Plant Protection,1979,18(2):85－88.

[86] Lee Y,Lee W,Lee S,et al. A cryptic species of *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae) complex revealed by genetic divergence and different host plant association[J]. Bulletin of Entomological Research,2015,105(1):40－51.

[87] Razmjou J,Vorburger C,Moharramipour S,et al. Host-associated differentiation and evidence for sexual reproduction in Iranian populations of the cotton aphid,*Aphis gossypii*[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2010,134(2):191－199.

[88] Kring J B. The life cycle of the melon aphid,*Aphis gossypii* Glover, an example of facultative migration[J]. Annals of the Entomological Society of America,1959,52(3):284－286.

[89] Foottit R G,Maw E. Aphids(Hemiptera:Aphididae) of the prairie ecozone of Canada[J]. Arthropods of Canadian Grasslands,2014,3(1):347－369.

[90] Berim M N. Pests *Aphis gossypii* Glov. -Cotton Aphid[EB/OL]. http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Aphis_gossypii/,2009－03－06.

[91] Böhm O. *Aphis frangulae* Kalt. und *Aphis gossypii* Glov.(vorläufigr Mitteilung)[J]. Pflanzenschutz-Berichte,1964,31:67－68.

[92] Ferrari R,Nicoli G. Life cycle and natural enemies of *Aphis gossypii* Glover:First observations[J]. Informatore Fitopatologico,1994,44(5):59－62.

[93] Margaritopoulos J T,Tsitsipis J A,Goudoudaki S,et al. Life cycle variation of *Myzus persicae*(Hemiptera:Aphididae) in Greece[J]. Bulletin of Entomological Research,2002,92(4):309－319.

[94] Zhang G X. Experimental studies in some aphid life-cycle patterns and the hybridization of two sibling species[J]. Aphid-plant Genotype Interactions,1990,14(2):37－50.

[95] Moran N A. The evolution of aphid life cycles[J]. Annual Review of Entomology,1992,37(1):321－348.

[96] Marcovitch S. The migration of the Aphididae and the appearance of the sexual forms as affected by the relative length of daily light exposure[J]. Agricultural Research,1924,27(5):513－522.

[97] Dixon A F G,Glen D M. Morph determination in the bird cherry-oat aphid,*Rhopalosiphum padi* L.[J]. Annals of Applied Biology, 2010,68(1):11－21.

[98] 刘向东,翟保平,梁圣爱,等.棉蚜迁飞型和居留型及其杂交后代飞行特性的比较研究[J].昆虫学报,2006,49(4):619－624.[Liu Xiangdong,Zhai Baoping,Liang Sheng'ai,et al. Migratory and sedentary strains of *Aphis gossypii* Glover and the flight characteristics of their hybridized offspring[J]. Acta Entomologica Sinica,2006,49(4):619－624.]

[99] 龚鹏,杨效文,张孝羲,等.棉蚜(*Aphis gossypii*)种群寄主分化和季节分化的微卫星引物PCR研究[J].生态学报,2001,21(5):765－771.[Gong Peng,Yang Xiaowen,Zhang Xiaoxi,et al. Microsatellite primer-PCR studies on the population differentiation of *Aphis gossypii* in relation to host plants and seasons[J]. Acta Ecologica Sinica,2001,21(5):765－771.]

[100] Kwon S H,Kim D S. Effects of temperature and photoperiod on the production of sexual morphs of *Aphis gossypii*,(Hemiptera:Aphididae) in Jeju,Korea[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology,2017, 20(1):53－56.

[101] Simon J C,Rispe C,Sunnucks P. Ecology and evolution of sex in aphids[J]. Trends in Ecology & Evolution,2002,17(1):34－39.

[102] Sunnucks P,De Barro P J,Lushai G,et al. Genetic structure of an aphid studied using microsatellites:Cyclic parthenogenesis,differentiated lineages and host specialization[J]. Molecular Ecology, 1997,6(11):1 059－1 073.

[103] Fuller S J,Chavigny P,Lapchin L,et al. Variation in clonal diversity in glasshouse infestations of the aphid,*Aphis gossypii* Glover in Southern France[J]. Molecular Ecology,1999,8(11):1 867－1 877.

[104] Choe H J,Lee S H,Lee S. Morphological and genetic indiscrimination of the grain aphids,*Sitobion avenae* complex(Hemiptera:Aphididae)[J]. Applied Entomology and Zoology,2006,41(1):63－71.

〔105〕李宝明,刘权叨,龚鹏博,等. 苹果绵蚜及其防治研究进展〔J〕. 植物检疫,2010,24(3):36 – 40.〔Li Baoming,Liu Quandao,Gong Pengbo,et al. Research progresses of *Eriosoma lanigerum* and its control〔J〕. Plant Quarantine,2010,24(3):36 – 40.〕

〔106〕Ren Z,Zhu B,Wang D,et al. Comparative population structure of Chinese sumac aphid *Schlechtendalia chinensis* and its primary host-plant *Rhus chinensis*〔J〕. Genetica,2008,132(1):103 – 112.

〔107〕Blackman R L,Eastop V F. Aphids on the World's Crops:An Identification and Information Guide〔M〕. Hoboken:John Wiley & Sons Ltd,2000:354 – 355.

〔108〕Yoo H J S,O'neil R J,Voegtlin D J,et al. Host plant suitability of Rhamnaceae for soybean aphid(Hemiptera:Aphididae)〔J〕. Annals of the Entomological Society of America,2005,98(6):926 – 930.

〔109〕Blackman R L,Eastop V F. Aphids on the World's Trees:An Identification and Information guide〔M〕. UK:Cab International,1994:305 – 306.

〔110〕Wu Z,Schenk-Hamlin D,Zhan W,et al. The soybean aphid in China:A historical review〔J〕. Annals of the Entomological Society of America,2004,97(2):209 – 218.

〔111〕Bahlai C A,Welsman J A,Schaafsma A W,et al. Development of soybean aphid(Hemiptera:Aphididae) on its primary overwintering host,*Rhamnus cathartica*〔J〕. Environmental Entomology,2007,36(5):998 – 1 006.

〔112〕Kim H,Hoelmer K A,Lee W,et al. Molecular and morphological identification of the soybean aphid and other aphis species on the primary host *Rhamnus davurica* in Asia〔J〕. Annals of the Entomological Society of America,2015,103(4):532 – 543.

〔113〕王佩玲,张建华,贺福德,等. 石河子地区棉蚜越冬规律及防治〔J〕. 石河子大学学报(自然科学版),2003,7(1):38 – 40.〔Wang Peiling,Zhang Jianhua,He Fude,et al. Studies on the overwintering laws of cotton aphid,*Aphis gossypii* Glover(Hemiptera:Aphididae) and control in Shihezi〔J〕. Journal of Shihezi University(Natural Science),2003,7(1):38 – 40.〕

〔114〕胡道武. 棉蚜寄主转移规律研究〔D〕. 开封:河南大学,2017.〔Hu Daowu. Studies on the Law of Host Transferring for *Aphis gossypii* Glover〔D〕. Kaifeng:Henan University,2017.〕

〔115〕Peccoud J,Simon J C,Von D C,et al. Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification〔J〕. Comptes Rendus Biologies,2010,333(6 – 7):474 – 487.

〔116〕刘向东,民效文. 棉蚜对棉花生育期及温度条件的生态适应性〔J〕. 南京农业大学学报,2000,23(4):29 – 32.〔Liu Xiangdong,Min Xiaowen. Ecological adaptation of *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae) to cotton developmental stage and temperature〔J〕. Journal of Nanjing Agricultural University,2000,23(4):29 – 32.〕

〔117〕刘永刚. 基于微卫星 DNA 标记的马铃薯桃蚜不同种群遗传分化研究〔D〕. 兰州:甘肃农业大学,2010.〔Liu Yonggang. Genetic Divergence of Different Population of *Myzus persicae* on Potato Based on Microsatellite DNA Analysis〔D〕. Lanzhou:Gansu Agricultural University,2010.〕

〔118〕Berlocher S H,Feder J L. Sympatric speciation in phytophagous insects:Moving beyond controversy?〔J〕. Annual Review of Entomology,2002,47(1):773 – 815.

〔119〕黄晓磊,乔格侠. 蚜虫学研究现状与学科发展趋势〔J〕. 昆虫学报,2006,49(6):1 017 – 1 026.〔Huang Xiaolei,Qiao Gexia. Research status and trends in Aphidology〔J〕. Acta Entomologica Sinica,2006,49(6):1 017 – 1 026.〕

〔120〕卢小雨,陈洪俊,陈乃中,等. 亚洲型舞毒蛾在北美的适生性〔J〕. 应用昆虫学报,2009,46(3):398 – 402.〔Lu Xiaoyu,Chen Hongjun,Chen Naizhong,et al. Potential geographic distribution of Asian gypsy moth,*Lymantria dispar*,in north America〔J〕. Chinese Bulletin of Entomology,2009,46(3):398 – 402.〕

〔121〕杨明琪. 不同气候情景下美国白蛾在我国的适生区预测〔D〕. 北京:中国林业科学研究院,2013.〔Yang Mingqi. Prediction of Fall Webworm's Potential Suitable Geographic Distribution in Different Weather Conditions in China〔D〕. Beijing:Chinese Academy of Forestry,2013.〕

〔122〕梁亮,余慧,刘星月,等. 苹果蠹蛾在中国的适生性分析〔J〕. 植物保护,2010,36(4):101 – 105.〔Liang Liang,Yu Hui,Liu Xingyue,et al. Analysis of suitability of the codling moth,*Cydia pomonella* in China〔J〕. Plant Protection,2010,36(4):101 – 105.〕

〔123〕张颖,章超斌,郝建华,等. 当前及未来气候环境下苏州市稻水象甲入侵风险研究〔J〕. 常熟理工学院学报,2016,30(4):112 – 115.〔Zhang Ying,Zhang Chaobin,Hao Jianhua,et al. Risk assessment of invasive *Lissorhoptrus oryzophilus* in Suzhou under current and future climate scenarios〔J〕. Journal of Changshu Institute Technology(Natural Sciences),2016,30(4):112 – 115.〕

〔124〕梁宏斌,张润志,张广学. 麦双尾蚜在中国的适生区预测〔J〕. 昆虫学报,1999,42(增刊 1):55 – 61.〔Liang Hongbin,Zhang Runzhi,Zhang Guangxue. Prediction of suitable areas for Russian wheat aphis survival in China〔J〕. Acta Entomologica Sinica,1999,42(Suppl. 1):55 – 61.〕

〔125〕张清芬,徐岩,黄新凯,等. 日本金龟子在中国适生区的预测〔J〕. 植物检疫,2002,16(2):73 – 77.〔Zhang Qingfen,Xu Yan,Huang Xinkai,et al. Prediction of suitable areas for the Japanese beetle in China〔J〕. Plant Quarantine,2002,16(2):73 – 77.〕

〔126〕侯柏华,张润杰. 基于 CLIMEX 的桔小实蝇在中国适生区的预测〔J〕. 生态学报,2004,25(7):1 569 – 1 574.〔Hou Bohua,Zhang Runjie. Potential distributions of the fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera:Tephritidae) in China as predicted by CLIMEX〔J〕. Acta Ecologica Sinica,2004,25(7):1 569 – 1 574.〕

〔127〕秦誉嘉,吕文诚,赵守歧,等. 考虑灌溉及气候变化条件下葡萄花翅小卷蛾在中国的潜在地理分布〔J〕. 植物保护学报,2018,45(3):599 – 605.〔Qin Yujia,Lv Wencheng,Zhao Shouqi,et al. Prediction of the potential geographical distribution of European grapevine month *Lobesia botrana* in China considering the irrigation and climate conditions〔J〕. Journal of Plant Protection,2018,45(3):599 – 605.〕

〔128〕Eastop V F. Aphid-plant associations〔J〕. Coevolution and Systematics,1986,35 – 54.

〔129〕王韶辉. 利用微卫星标记对蚜虫种群遗传多样性的初步研究〔D〕. 西安:陕西师范大学,2003.〔Wang Shaohui. Studies on the Population Diversity of Aphids Using Mierosatellite Marker〔D〕. Xi'an:Shaanxi Normal University,2003.〕

〔130〕乔格侠,屈延华,张广学,等. 中国侧棘斑蚜属(蚜科,角斑蚜亚科)地理分布格局研究〔J〕. 动物分类学报,2003,28(2):210 – 220.〔Qiao Gexia,Qu Yanhua,Zhang Guangxue,et al. Geographical distribution of the genus *Tuberculatus* in China(Aphididae,Myzocallidinae)〔J〕. Acta Zootaxonomica Sinica,2003,28(2):210 – 220.〕

Research Progress on Life History Types and Overwintering Hosts of *Aphis gossypii*

CHAO Wen-di[1,2], LV Zhao-zhi[1,2], ZHAO Li[1], ZHANG Xin[2], GAO Gui-zhen[3], WANG Pei-ling[4]

(1. *College of Agriculture*, *Xinjiang Agricultural University*, *Urumqi* 830052, *Xinjiang*, *China*;
2. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography*, *Chinese Academy of Sciences*, *Urumqi* 830011, *Xinjiang*, *China*;
3. *College of Forestry and Horticulture*, *Xinjiang Agricultural University*, *Urumqi* 830052, *Xinjiang*, *China*;
4. *College of Agriculture*, *Shihezi University*, *Shihezi* 832003, *Xinjiang*, *China*)

Abstract: *Aphis gossypii* Glover is a polyphagous insect species that is considered as one of the most important agricultural pest. Its life cycle type and overwinter host range were determined by the geographical and meteorological factors as well as variations vegetation. The global literatures on the life history and the different types of life cycle across the world distribution of cotton aphid were analyzed in the perspective of the possibility of overwintering in egg stage. Additionally, the primary host range of heteroecious holocyclic population of cotton aphid was analyzed and discussed. By analyzing the life cycle strategies of cotton aphid in different regions and their overwintering hosts, it is helpful to further study the crop protection strategies and lay a theoretical foundation for systematic management of cotton aphid.

Key words: cotton aphid; life history; overwintering host; primary host; secondary host; research progress